

⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開  
⑫ 公開特許公報(A) 昭61-226717

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 昭和61年(1986)10月8日  
// G 02 B 6/42 7529-2H  
G 02 B 6/12 8507-2H 審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 半導体発光素子と光導波路の結合方式

⑯ 特 願 昭60-66485

⑰ 出 願 昭60(1985)4月1日

⑱ 発 明 者 井 本 克 之 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑲ 発 明 者 対 馬 英 明 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑲ 発 明 者 前 田 稔 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑲ 発 明 者 田 中 捷 樹 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

発明の名称 半導体発光素子と光導波路の結合方式

特許請求の範囲

1. 基板上に半導体発光素子、該発光素子の出射光を伝搬させる光導波路を設け、該出射光の入射側の光導波路の幅、厚み、屈折率の少なくとも一つを部分的にテーパ状に形成することを特徴とする半導体発光素子と光導波路の結合方式。
2. 特許請求の範囲第1項において、上記半導体発光素子の出射光端側の光導波路の先端部を曲面状に構成したことを特徴とする半導体発光素子と光導波路の結合方式。
3. 特許請求の範囲第2項において、上記半導体発光素子の出射光端側の光導波路の曲面状先端部に、上記半導体発光素子の屈折率と等しいかそれよりも低く、光導波路の屈折率よりも高い材質のドーピング材をドーブしたことを特徴とする半導体発光素子と光導波路の結合方式。
4. 特許請求の範囲第1項において、上記半導体

発光素子の出射光端側の光導波路の先端部を傾斜構造にしたことを特徴とする半導体発光素子と光導波路の結合方式。

5. 特許請求の範囲第1項において、上記光導波路の出射端側の該光導波路の先端部を傾斜構造にしたことを特徴とする半導体発光素子と光導波路の結合方式。

発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は、半導体発光素子と光導波路の結合方式に係り、特に反射光が半導体発光素子に戻るのを抑圧するのに好適な結合方式に関する。

〔発明の背景〕

従来、半導体レーザを用いた光通信装置において、光ファイバ端面、コネクタ端面、光合分波器端面などからの反射光が半導体レーザに戻ると、C/Nやひずみが大振幅に変動することが知られている。そのため、この対策法として、上記端面を斜め研磨して反射光が半導体レーザに戻らないようにする方法(第1図(a))、半導体レーザと結合

光学系レンズとをオフセットする方法、反射面を光軸に対して傾斜させる方法、が用いられ、良好な特性が得られている。ところが将来の光デバイスとして注目を集めている光集積回路の場合には、半導体基板上に、半導体レーザ、受光素子、光導波路、光合分波部、光変調部、光スイッチ部などの光デバイスが集積化された光モジュールで構成され、この光モジュールに光ファイバを接続することにより、光ファイバ内に光信号が伝送される(たとえば特開昭57-49288号公報がある。)この場合に光モジュール内で発生した半導体レーザの反射光が半導体レーザに戻り、C/Nやひずみ劣化の原因になつていくことがわかった。この場合、光ファイバ端面は斜め研磨(角度 $8^\circ$ )したものをを用いたにもかかわらず上記のような問題点が発生した。すなわち、半導体レーザの出射光を光導波路(単なる光導波路以外に、上記光合分波部などの光デバイスも含む。)を介して光ファイバに結合する系においては、反射光対策が重要であることがわかった。

拡散形、菱筒形、リッジ形、盛上形などが適用できる。

本発明において、反射光を抑圧できることを説明する。上記光導波路において、たとえば光導波路の幅をテーパ状に部分的に、かつ連続的に減少させていくと、上記光導波路をテーパ状に減少していく方向に伝搬している波長 $\lambda$ の光信号は、光導波路への光の閉じ込めが徐々に悪くなり、テーパ部から所望角度で放射状に出ていき、ついには光導波路の幅、光導波路とクラッド部の屈折率差からきまる規格化周波数が伝搬条件を満たさないような小さな値になると、上記 $\lambda$ の光信号はカットオフになり、伝搬しなくなる。本発明はこの原理を応用したもので、カットオフ特性を有するごく近傍まで上記光導波路の幅、厚み、屈折率のいずれか一つ、あるいは2つ以上を部分的にテーパ状に減少させ、反射光を放射状に漏洩させる。なお、上記放射状に漏洩した反射光は、光導波路の場合にはクラッドが空気、または無限に近い位に十分に厚いので、ふたたび光導波路内にもどる

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、半導体レーザの出射光を光導波路を通して光ファイバへ結合する光集積回路において、反射光が半導体レーザに戻らないようにした半導体発光素子と光導波路の結合方式を提供することにある。

#### 〔発明の概説〕

本発明は、基板上に半導体レーザ、該レーザの出射光を伝搬させる光導波路を設け、レーザ光入射側の光導波路の幅、厚み、屈折率のいずれか一つ、あるいは2つ以上を部分的にテーパ状に形成させた構成にしたものである。すなわち、半導体レーザの出射光は光導波路の入射側の幅あるいは厚み、または屈折率が部分的にテーパ状に大きくなつているので、結合して伝搬し、光導波路の形状一定部で定常状態に保たれて伝搬していくが、光ファイバ端面などからの反射光に対しては上記幅あるいは厚み、または屈折率がテーパ状に減少している部分で光は集中的に漏洩させられ、半導体レーザへ戻りにくくなる。光導波路は、楕円形、

ことなく、したがつて、半導体レーザにも戻つてこない。なお、従来、半導体レーザの出射光を単一モード光ファイバへ効率よく結合させる方法として、第1図(b)に示すように、光ファイバ先端部をテーパ状に細くし、その先端部を球状にする方法があるが、この場合には、半導体レーザの反射光は、テーパ状部分で少しずつ漏洩する。しかし、漏洩した光はクラッド部に入り、クラッド部と空気の界面で反射しながらクラッディングモードとなつてクラッド部内を伝搬し、半導体レーザに戻つてくるため、本発明のような効果はない。また、光ファイバの場合にはカットオフ特性がなく、しかもクラッド部へのしめだし界も少ない。

また光導波路の入出力端部を第2図、第3図の9のごとくテーパ状光導波路とし、入出力部での結合損失の低減をはかることが知られている(特開昭58-118610)。これは光導波路と光ファイバとのコア形状の相異による結合損失をできる限り低減するために連続的に長い距離にわたつてテーパ形状にしたものであり、本発明のように、

同一基板上に半導体レーザと光導波路を設け、部分的にテーパ形状をもたせて反射光を低減させる構成と異なり、また効果も違う。

#### 〔発明の実施例〕

第4図に本発明の半導体レーザと光導波路の結合方式の実施例を示す。同図(a)は上面図、(b)および(c)は正面図である。半導体基板1(たとえば、 $n$ 型GaAs基板)の上に半導体レーザ2、光導波路3がモノリシックに形成されている。同図(b)の5は光導波路3の幅をテーパ状にした部分である。(c)は厚さもテーパ状にした部分である。すなわち、光導波路3の幅、あるいは厚さを半導体レーザの出射光端側からその出射光の伝搬方向に向かつて部分的に、かつ連続的形状に減少させてある。

第5図に第4図のテーパ部5の拡大図を示す。同図において、2は波長 $\lambda_1$ (たとえば1.55 $\mu\text{m}$ )で単一モード発振している半導体レーザである。光導波路3の幅 $w_1$ は上記波長 $\lambda_1$ の光信号が単一モード伝送できるように設定された幅(約8 $\mu\text{m}$ )である。 $w_1$ は波長 $\lambda_1$ (1.55 $\mu\text{m}$ )の光のモ

リッジ形である。これらの図で、(a)は上面図、(b)は側面図、(c)は正面図である。

第4～8図において、光導波路の半導体レーザ側先端部は第9図(a)のごとく斜め傾斜(角度 $\theta$ は角度程度)をもたせると、光導波路側からの半導体レーザ側への反射光を半導体レーザに戻るのを抑制できる。また、半導体レーザ出射光の光導波路への結合効率を高めるために、第9図(b)のように、光導波路の先端部を曲面状(好ましくは放物面状)に形成させてもよい。さらに、第9図(c)のように、先端部に、半導体レーザの屈折率と等しいかそれよりも低く、光導波路の屈折率よりも高い材質のドーピング材をイオン打込み法などによりドーブすれば、より高結合効率特性を得ることができる。また本発明の実施例では、半導体基板上に半導体レーザと光導波路しか形成されていないが、これに限定されるものではない。すなわち、受光素子、光合分岐部、光スイッチ部、光変調部、レンズなどの光デバイスを形成していてもよい。さらに、光導波路の先端部には反射防止用

ードシヤ断が起こる幅(525 $\mu\text{m}$ )よりも若干大きい値に設定する。このような寸法構造に設定しておくと、半導体レーザ2の出射光は光導波路3内を伝搬していくが、半導体レーザ2側に戻ってきた反射光はこのテーパ部5で光が光導波路3からしみだして外に漏洩し、半導体レーザ2にほとんど戻ってこなくなる。この戻り光量は $w_1$ に依存する。すなわち、 $w_1$ が小さいほど、光導波路3への光の閉じこめ量が少なくなり、光導波路3外への光のしみ出し量が多くなる。テーパ部5の長さ $L$ は反射光の拡がり角度に依存する。 $L$ が短い程、反射光の拡がり角度が大きくなる。光導波路3の幅を変えたり、光導波路3の厚み、屈折率を変えても同様の効果が得られる。

第8図はアレイ状の半導体レーザ2a、2bの出射光を合波して伝送させる場合の実施例である。2a、2bは同一波長、あるいは異波長の半導体レーザでもよい。

本発明の光導波路は第7図、第8図に示すようなものを適用できる。第7図は楕円形、第8図は

の膜を形成することにより、この先端部からの反射光を低減させることができる。また、光導波路3と光ファイバ4の接続部での反射光を半導体レーザに戻さないようにするために、上記接続部の光導波路の端面に傾斜を設けるとより有効である。また上記実施例では半導体発光素子として、半導体レーザを用いたが、発光ダイオードでもよい。

#### 〔発明の効果〕

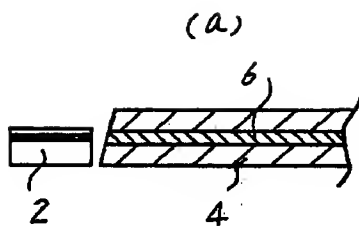
本発明によれば、半導体レーザに反射光がほとんど戻らないので、高C/N、低ひずみの安定した光伝送システムを実現することが可能である。

#### 図面の簡単な説明

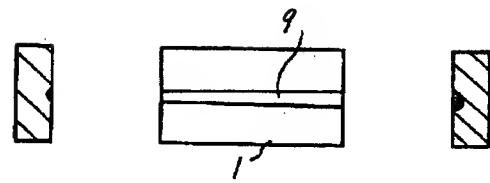
第1図から第3図は従来技術を説明するための図、第4図は本発明の実施例を示す図、第5図から第9図は本発明の他の実施例を示す図である。  
1…半導体基板、2、2a、2b…半導体レーザ、3、3a、3b…光導波路のコア部、5、5a、5b…光導波路のテーパ部、7…高屈折率材。

代理人 弁理士 小川勝男

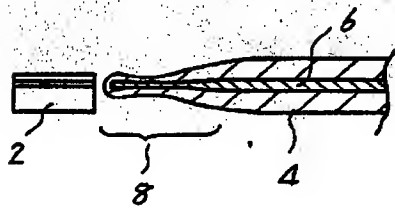
第 1 図



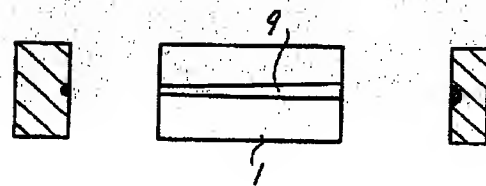
第 2 図



(b)

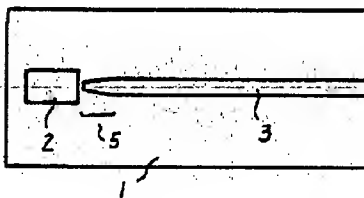


第 3 図

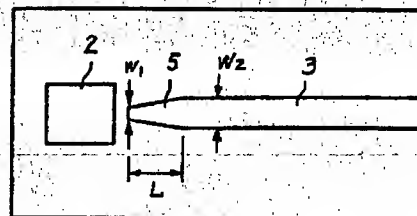


第 4 図

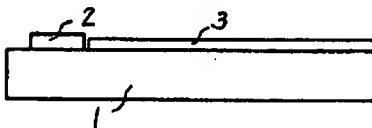
(a)



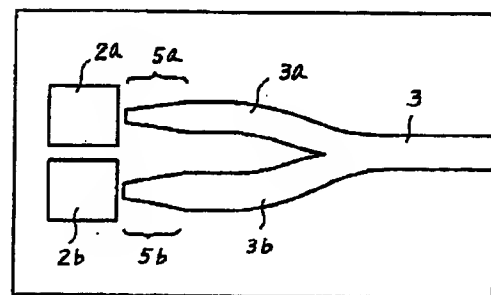
第 5 図



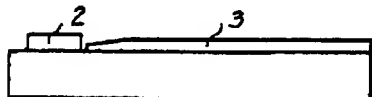
(b)



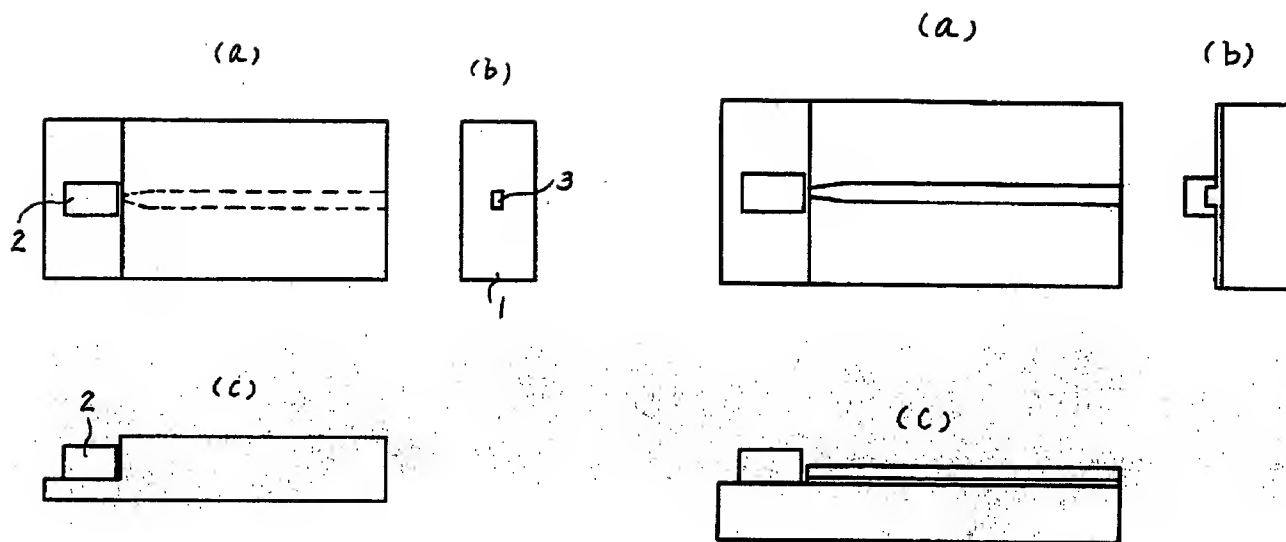
第 6 図



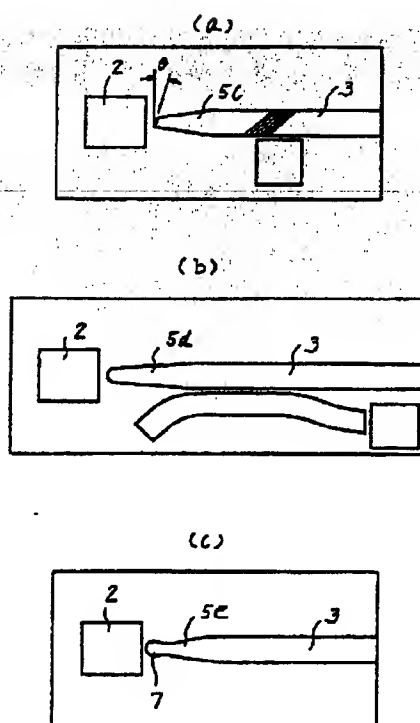
(c)



第 8 図



第 9 図



特許法第17条の2の規定による補正の掲載

平 4. 5. 15 発行

昭和 60 年特許願第 66485 号 (特開昭  
61-226717 号, 昭和 61 年 10 月 8 日  
発行 公開特許公報 61-2268 号掲載) につ  
いては特許法第17条の2の規定による補正があっ  
たので下記のとおり掲載する。 6 ( 2 )

Int. Cl. 1	識別 記号	庁内整理番号
G02B 6/42		7132-2K
// G02B 6/12		7036-2K

平成 4. 5. 15 発行  
手続補正書 (自発)

適

平成 3 年 12 月 24 日  
平成 4 年 4 月 8 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示

昭和 60 年 特 許 願 第 66485 号

2. 発明の名称

半導体発光素子と光導波路の結合方式

3. 補正をする者

事件との関係

特許出願人

住所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

名称 (510)

株式会社日立製作所

特許庁  
3. 12. 26

代表者 金井 務

4. 代理人

〒100

住所

東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

氏名 (511)

新丸ノ内ビルディング3階44区

氏名 (512)

弁理士 澤田 利幸

電話 (513)

電話 03 (3215) 7567

方式 11  
特許 特許

5. 補正の対象

(1) 明細書の特許請求の範囲の欄。

6. 補正の内容

(1) 別紙のとおり。

7. 添付書類の目録

(1) 別 紙 1 通

以 上

特許請求の範囲

1. 基板上に半導体発光素子、該発光素子の出射光を伝搬させる光導波路を設け、該出射光の入射側の光導波路の幅、厚み、屈折率の少なくとも一つを部分的にテーパ状に形成することを特徴とする半導体発光素子と光導波路の結合方式。
2. 特許請求の範囲第1項において、上記半導体発光素子の出射光端側の光導波路の先端部を曲面状に構成したことを特徴とする半導体発光素子と光導波路の結合方式。
3. 特許請求の範囲第2項において、上記半導体発光素子の出射光端側の光導波路の曲面状先端部に、上記半導体発光素子の屈折率と等しいかそれよりも低く、光導波路の屈折率よりも高い材質のドーピング材をドーブしたことを特徴とする半導体発光素子と光導波路の結合方式。
4. 特許請求の範囲第1項において、上記半導体発光素子の出射光端側の光導波路の先端部を傾斜構造にしたことを特徴とする半導体発光素子

平成 4. 5. 15 発行

と光導波路の結合方式。

5. 特許請求の範囲第1項において、上記光導波路の出射端部の該光導波路の先端部を傾斜構造にしたことを特徴とする半導体発光素子と光導波路の結合方式。

6. 特許請求の範囲第1項において、上記光導波路は埋込形、拡散形、リッジ形若しくは隆起形のいずれかの構造を採用したことを特徴とする半導体発光素子と光導波路の結合方式。